温暖多照地域における全蓋型アーケード内部の気温分布性状

FILED INVESTIGATION ON AIR TEMPERATURE DISTRIBUTION INSIDE AN ENCLOSED ARCADE LOCATED IN THE AREA WITH MILD AND SUNNY CLIMATE

辻原 万規彦*, 中村 泰人**, 田中 稔***, 大塚 順基*
Makihiko TSUJIHARA, Yasuto NAKAMURA, Minoru TANAKA
and Junki OHTSUKA

Air temperature distribution inside an enclosed arcade located in the area with mild and sunny climate was investigated on field observations both in summer 1995 and in winter 1996. Air temperature at the height of 0.5 meter in the occupied zone was a little higher than outside air temperature excluding the daytime to the evening in summer. Vertical distribution of air temperature showed a slope of high temperature in the upper part and low temperature in the lower part, in which the degree of the gradient was proportional to the amount of solar radiation and the magnitude depended on the rate of ventilation.

Keywords: Arcade, Air temperature, Vertical distribution, Solar radiation, Ventilation

アーケード, 気温, 垂直分布, 日射, 換気

1. はじめに

日本各地で見られるアーケードをもつ商店街は、一般的に都市の中心部にあり、アーケードは都市内公共空間を構成するとともに都市景観をも形成する重要な都市施設であると捉えられる。また、アーケードの内部空間をはじめとする都市における半戶外空間は、厳しい外部環境を緩和し、利用者に対して快適な空間を提供することが本来の目的であったと考えられる。しかしながら、夏季においてアーケード内部の温熱環境について不満の声があるなど、十分な整備ができていないのが現状である。

ところで、アーケードに類似した空間と考えられるアトリウム内部の環境については、すでに多くの調査および研究がなされている^{1)・2)}。それに反して、アーケードに関するものは現状ではほとんど見られないため、基礎資料の収集が研究の第一歩とならざるを得ない。

したがって本研究では、温暖多照な地域に位置するアーケードを対象とし、その内部の温熱環境についての特性を測定によって把握し、今後のアーケードの整備および改善のための基礎資料として定着させることを目的とする。測定に際しての視点は、1) アーケード内部の気温分布性状の把握、2) アーケード内部の温熱環境における快適性の評価、とし、本稿ではこのうち1) を扱

い、2) については稿を改める。

なお本稿は、文献3) および4) で発表した内容に修正・加筆を行ったものである。

2. 対象アーケードの概要

建設省通達におけるアーケード設置基準³⁾では「「アーケード」とは日よけ、雨よけ、又は雪よけのため、路面上に相当の区間連続して設けられる公益上必要な建築物、工作物その他の施設をいう。」と定義され、そのうちさらに「道路の一侧又は両側に設けるアーケード」および「道路の全面又は大部分をおおうアーケード」に分けられている。本研究では、このうち「道路の全面をおおうアーケード」を対象とした。

類似した空間と考えられるアトリウムと比較した場合、アーケードは温熱環境の観点から、以下のような特徴を持つと考えられる。

- 1) 屋根面を半透明または透明の合成樹脂素材で葺くことが多く、そのため内部環境はアトリウム同様、日射の影響を強く受ける。
- 2) 鉛直方向には、100mを越える天井高を持つ場合もあるアトリウムと比較して、アーケードの天井高は高くても10~15m程度であるが、水平方向には長い空間を形成している場合が多

* 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻
博士後期課程・修士(工学)

** 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻 教授・工博

*** 神村鉄工株式会社

Graduate Student, Dept. of Global Environment Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University, M. Eng.

Prof., Dept. of Global Environment Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.

Kamimura Iron Works Co. Ltd.

図1 測定対象アーケードと測定地点

い。従ってアトリウムに比較して、内部の全空間に対する、居住域（人々が利用する空間）の比率が高い。

- 3) アトリウムと比較して周囲との境界があいまいであり、多くの隙間が見られ、時には大きな開口部さえ持つ。
- 4) アーケード自体には基本的に空調設備を備えていない。さらに換気については、ほとんどの場合、自然換気のみであるが、温熱環境を考慮した換気装置を備えているわけではなく、防災上の排煙装置のみである。

測定対象としたアーケードを持つ商店街（図1）は、愛媛県今治市の中心地ドンドビ交差点側を起点とし、そこから北東方向へと伸び、同市の中心商店街の一部を形成している。この商店街は総延長約450mの直線状の商店街であるが、アーケードの完成年度の違いによる形式の相違で2部分に分けられている。南西側のアーケードは1988年完成で、延長約265m、高さ約12m、幅員約12m、屋根面は厚さ3.0mmの乳白色ポリカーボネイト樹脂板である。北東側のアーケードは1980年の完成で、延長約185m、高さ約10m、幅員約12m、屋根面は厚さ1.2mmの乳白色ガラス繊維強化ポリエステル小波板である。またアーケードが設置されたところは、指定車・許可車を除いては通行が禁止されている歩行者用道路ではあったが、特に午前中には搬入用車両の通行が、また夜間には一

般車両の通行も見られることもあった。

愛媛県今治市はいわゆる瀬戸内海気候に属し、高温、小雨、多照、弱風の気候特性を持つが、冬は比較的強風である⁶⁾。この気候のため、現在のアーケードの原型と考えられる帆布製の天幕、すなわち「日覆い」が戦前より見られた⁷⁾。また全国的にも早い段階である⁸⁾昭和20年代後半からアーケードが建設され、現在でも、近隣の松山市や高松市などと並んでアーケードを持つ商店街を数多く抱えている。

3. 測定の概要

3.1 測定日時

夏季の測定日時は1995年8月8日（火）夕方から8月12日（土）早朝までであり、冬季の測定日時は1996年1月9日（火）夕方から1月12日（金）早朝までである。

3.2 測定方法

対象アーケードおよび商店街の形状および周辺地区の状況などを勘案して、図1に示すように南西側から順に地点1より地点4までの測定地点を選定した。このうちアーケードおよび商店街の形状などから最も代表的な測定地点と考えられる地点2について、集中的に多くの項目を測定した（図2）。なお地点1はアーケードの入口の影響を把握することを、地点3は直交する車両通行可能な道路との交差部分の影響を把握することを、地点4（図3）は異なった形式のアーケードの状況を把握することを目的として選定した。外気については地点2の上方、アーケードの外部・屋上を測定点とした。なお、本稿では、アーケード内部で測定した空気のを「気温」、アーケードの外部・屋上で測定した空気

図2 地点2のアーケード断面図

図3 地点4のアーケード断面図

の温度を「外気温」と記す。

なお、図2および図3で、2枚描かれている屋根のうち、下側が固定屋根であり、上側が可動屋根である。したがって、2枚の屋根は可動屋根を移動させると重なるが、通常は重なってはいない。また、図3のガラリは、柱がない時には、直接外部に接している。

各地点における測定項目とそれぞれで使用した測定機器などについて表1に示す。これらのデータは10分間隔で測定を行い、データロガーに記録させた。また、別に手動測定により、湿度および風速を、地点1から地点3まで、9:00から21:00の間、2時間おきに測った。同時に地点2においては、代表的な表面温度を放射温度計で測定した(図2)。

なお、8月9日および1月10日は商店街の定休日であり、全てではないが多くの商店が閉店していた。

表1 使用測定機器一覧

地点1	測定項目	測定機器など	備考
	温度	T型極細熱電対 線径0.08mm	注1)
	データロガー	ハイブリッドレコーダー H R1300 (横河電機)	
地点2	測定項目	測定機器など	備考
	温度(中央)	T型極細熱電対 線径0.08mm	
	温度(南東側)	T型極細熱電対 線径0.08mm	
	温度(北西側)	T型極細熱電対 線径0.08mm	
内部(地上)	風向・風速	超音波風速計 SA-200 (海上電機)	
	湿度・温度	湿度・温度プローブ HMP35A (ヴァイサラ)	
	温度	T型極細熱電対 線径0.08mm	
	日射(アルベド)	アルベドメーター MR-22 (英弘精機)	
外気(屋上)	風向・風速	超音波風速計 SA-200 (海上電機)	
	湿度・温度	湿度・温度プローブ HMP35A (ヴァイサラ)	
	温度	T型極細熱電対 線径0.08mm	
	日射	精密全天日射計 MS-801 (英弘精機)	
	データロガー	サーモダックE (江森電気) 注2)	
地点3	測定項目	測定機器など	備考
	温度	T型極細熱電対 線径0.08mm	注1)
	データロガー	サーモダックE (江森電気)	
	パソコン	PC-486 NOTE AV (EPSON)	
地点4	測定項目	測定機器など	備考
	温度	T型極細熱電対 線径0.08mm	
	データロガー	LT-6 A (グラム)	バッテリー型
手動測定	測定項目	測定機器など	備考
	通風乾湿計	アースマン通風乾湿計 (佐藤計量器)	地点1, 2, 3
	風速計	Tr式微風速計 AM-03 (リオン)	地点1, 2, 3
	赤外線表面温度計	放射温度計 TA-0510 (ミノルタ)	地点2のみ

注1) 冬季計測時に、地表面からの高さ11.5m, 11.75mを新設。

注2) 冬季計測時には、パソコン (98NOTE LIGHT (NEC)) を接続。

3. 3 気温の補正に関する検討

気温の測定には、線径0.08mmのT型極細熱電対を用いた。この場合熱電対は日射の影響を受けるため、補正を行う必要があり、中村らは以下のような処理を行っている⁹⁾。

すなわち、熱電対の裸線部分の長さが5mm以下のものとそれ以上のものに振り分け、次式に従い補正值を求め、測定値に加えることにより補正を行う。

$$5\text{ mm 以下: } \Delta\theta = -1.45 \times 10^{-3} (J - 64.5) \quad [\text{K}] \quad (1)$$

$$5\text{ mm 以上: } \Delta\theta = -7.32 \times 10^{-4} (J - 64.5) \quad [\text{K}] \quad (2)$$

ここで、 J : 日射量 $[\text{W/m}^2]$ である。

ところで本測定では、アーケード内部の地上付近においてアルベドメーターを用いて全天日射量を測定した。夏季におけるその結果(図4)よりアーケード内部の各熱電対が受ける日射量は夏季においても最大で 160 W/m^2 程度であり、この時補正值は、裸線部分が5mm以下であるとする -0.14 K 、5mm以上であるとする -0.06 K である。また日射は直接熱電対に当たるのではなく、その前に一旦アーケードの屋根を通過している。よって本稿では、これらの影響を無視できると考え、日射による補正を行わないこととした。

また、外気温の測定にも熱電対を用いたが、日射量測定用の台の下、太陽の直射の当たらない場所にセンサーを設置したので、日射による補正を行わなかった。

3. 4 気象状況

気象データとしては、松山地方気象台より今治地域気象観測所(今治市新田町5-69-2)における、毎時気温、毎時日照時間、毎時風向・風速および毎時降水量のデータを得た。

夏季の8月8日、8月9日および8月11日は概ね晴天であったが、8月10日は曇天であり、午前と午後の2回、気象データには現れない程度のわずかな降雨が見られた。

また冬季については、測定期間中は概ね晴天であった。

4. 測定結果

4. 1 夏季の測定結果

図4に、夏季の場合のアーケード内部における地点2の地上からの各高さの気温と外気温および日射量の経時変化を、10分間隔の瞬時値で示す。図が小さいため細部の読み取りはできないが、時間的変化の概要を知ることができる。

日射があると、アーケード内部の気温が上昇し、上層部と下層部の温度差も大きくなるのがわかる。アーケード内部の最高気温は、地点1の最上部(地上12m)で、8月9日11:00に測定された 47.2°C であった。この時の外気温は 33.3°C であった。測定期間中の外気温は、最高が 37.0°C 、最低が 25.4°C であった。

8月10日は前後の両日に比較して天気が悪く、日射量が少ないだけでなく、午前(10:00頃~11:00頃)および午後(13:00頃~14:00頃)の2回にわたって、気象観測値には現れない程のわずかな降雨があった。天候の影響で、この日は1日を通してアーケード内部の気温が低だけでなく、上下の温度差も小さかった。

日射があると、16:30頃~17:30頃にアーケード内部の地上の日射量が大きな値を示すのは、商店街の中にたまたま1戸分の空き地があり、その部分から太陽の直射が当たっていたことによる。冬季にはこの現象は見られなかった。

4. 2 冬季の測定結果

図5に、冬季の場合のアーケード内部における地点2の地上からの各高さの気温と外気温および日射量の経時変化を、10分間隔の瞬時値で示す。

アーケード内部の最高気温は、地点2の最上部(地上12m)で、1月11日12:20に測定された 15.3°C であった。この時の外気温は 8.6°C であった。測定期間中の外気温は、最高が 11.3°C 、最低が 1.1°C であった。

日射があると、アーケード内部の気温が上昇し、上層部と下層部の温度差が大きくなることは、夏季の場合と同様であるが、その度合いは夏季の場合より少ないことがわかる。これは、端的には日射量に表れている。すなわち、晴天日の屋上の水平面日射量が冬季では夏季の約 $2/3$ と少なくなり、アーケード内部の地上の水平面日射量は冬季では夏季の $1/2$ 以下と、さらに少なくなっている。冬季は日射量そのものが少なくなっている上に、太陽高度が低いと、周辺の建物に遮られるなどして、アーケード面を透過するエネルギーが小さくなり、その結果、アーケード内部の気

温に及ぼす影響も少なくなったと解される。

図4 夏季の地点2の気温と外気温および日射量

図5 冬季の地点2の気温と外気温および日射量

5. 考察

5.1 夏季の気温分布性状

アーケード内部の地点1から地点4までの垂直方向への気温分布を、8月11日の9:00から19:00まで2時間おきに図6に示す。縦軸が地上からの高さ、横軸が温度である。縦軸上の「外気」は屋上で測定した外気温である。2時間おきの時刻の選択は、測定を行った商店街を人々が利用する時間帯を考慮して行った。加えて、参考として同日の正午12:00および深夜23:00の垂直分布を示す。

図7には、図6と同じ時刻で、地点2におけるアーケード内部の断面における気温分布を示す。

(1) 垂直方向への気温分布

アーケード内部の垂直方向への気温分布を示す図6から、以下の特徴が指摘できる。

- ①夏季は、日中から夕刻にかけて、地上0.5mの気温は外気温よりも低い。
- ②日中の気温は上方ほど高い分布を示している。
- ③日中は地上12mの気温が特に高く、中でも地点1が著しく高い。
- ④日中の垂直方向への気温分布は、測定地点によって形は変わらないが、値が変わっている。
- ⑤夜間は垂直方向への気温分布は解消する。

①については、12:00では地上0.5mの気温が外気温より高いが、前後10分の11:50と12:10では外気温は32.8℃と33.7℃で、いずれも地上0.5mの気温のほうが低くなっていた。表示が瞬時値であるため、12:00にはたまたま値が高くなったもので、特に問題はない。

午後には地上4m以上の気温が外気温に近い値となり、地上0.5mの気温が特に低いのは、両側の商店で冷房が行われ、室内の冷気が漏出してきて地上0.5mの気温の低下に加担している可能性がある。その差は、最大で約3Kであった。なお、床面の表面温度は、いずれの測定時でも、地上0.5mの気温より床面の表面温度の方が高かった。結局、夏季はアーケード内部の地上0.5mの気温は外気温より低い、というのが今回の調査で得られた実態である。

②については、午前から午後の15:00まで、垂直方向への気温分布の傾きが急になっている。最大で約6K/10mの勾配である。これは、アーケードの屋根面を日射が透過して、屋根面および壁面の上方から下方へかけて表面温度を上昇させ、それによる放射および対流の影響で、付近の気温を上昇させてアーケード内部空間の上方に暖気が滞留したことによっている。17:00では、4m以上では垂直方向への気温分布がほとんどなくなり、日射の影響が衰えていることを推察させる。

11:00、13:00および15:00で地上8mを超えると垂直方向への気温分布の傾きが急になるのが見受けられる。これは図2に示したように、アーケード屋根の地上約9mの高さにガラのついた換気用隙間があるので、それより上部が空気溜まりとなって垂直方向への気温分布が急勾配になったものと思われる。

③については、別の測定からアーケード屋根の内側表面温は日中で最高46.4℃に達していたので、付近の気温もかなりの高温になっていたはずで、それが地上12mあたりに滞留したと推定される。

地点1での高い値は、図8でより明確に示される。地点1がアーケードの端部に近く、端部に設けられているアーチ状の妻壁があるため、アーケード上層部の空気が滞留しやすくなり、結果として他の地点より気温が高くなったものと解される。地点4では、上層部で高温空気の滞留が生じていないが、この地点（北東側アーケード）では屋根の構造が南東側アーケードと異なり、屋根の重なり部分の開口部が大きいので、換気が促進されたことによっていると解される。

④については、上記の屋根の隙間や下方の街路に面した開口からのアーケード内部空間の換気の大小によって、垂直方向への気温分布が変わることなく、下方から上方まで一体として空気が動いていることを推測させる。

⑤については、放射冷却によってアーケードの屋根面の温度が

図6 夏季の各地点における気温の垂直分布の時間変化 (8月11日)

図7 夏季の地点2における気温の垂直分布の時間変化 (8月11日)

下がる一方、外気温も下がり、その結果、地点1の地上12mを除いては様な気温になったと解される。なお、23:00には外気温が地上0.5mの気温より若干低くなっている。

図8 地点1から地点3の最上層部の気温（8月11日）

(2) 断面における気温分布（地点2）

アーケード内部の断面における気温分布を示す図7から、次の特徴が指摘できる。

⑥日中から夕刻にかけて、地上8mで中央部より周辺部で気温が高い。

図2に示すように、地上8mの周辺部の気温測定点はアーケード屋根を支える手すり付の出張った通路に近い所に位置している。そのため、日中はそこへ日射が当たって付近の気温も上昇していると思われ、それが気温測定値に表れたものと解される。

周辺部では、より低い高さ、すなわち地上6mおよび4mでも、日中は中央部よりわずかながら高い時があるのが認められる。以上のことから、日中のアーケード内部空間の空気流動は、アーケードの屋根を支える手すり付の出張った通路から下方の壁面へかけての、日射を受けたことによるいくらか高い気温の部分と、アーケード断面の左右には中央の、上下には上から下までの部分とに分かれて、生じていると想定される。すなわち、アーケード断面のうち、左右の壁に接した上下方向の部分（左側方部）、中央の上下の上から下までの部分（中央部）、右方の壁に接した上下方向の部分（右側方部）という左右に三層構造をもった空気流動である。中央部ではアーケード通路に沿って空気が一体として流動し、それが図6および図7に示した温度分布に表れていると解される。

5.2 冬季の気温分布性状

冬季の測定では、夏季の測定の反省を踏まえて、データロガーの測定点数に余裕のある地点1と地点3において、地上高さ11.5mと11.75mの気温測定点を追加した。これは、夏季の測定では最上部の温度勾配が急激であることが判明し、より細かな測定が必要であると考えたからである。

アーケード内部の地点1から地点4までの垂直方向への気温分布を、1月11日の9:00から19:00まで2時間おきに図9に示す。加えて、参考として同日の正午12:00および深夜23:00の垂直分布を示す。

図10には、図9と同じ時刻で、地点2におけるアーケード内部の断面における気温分布を示す。

(1) 垂直方向への気温分布

アーケード内部の垂直方向への気温分布を示す図9から、以下の特徴が指摘できる。

①冬季は、日中から夜間にかけて、地上0.5mの気温は外気温よりも高い。

②日中の垂直方向への気温分布に、夏季ほどではないが、傾きが認められる。

③地上12mの気温は、午前中から13:00にかけて高い値を示している。

④日中の垂直方向への気温分布は、測定地点によって形は変わらないが、その値は変わっている。

⑤夜間の気温は、上方ほど低い分布を示す。

①については、地上0.5mの気温は地上4mの気温とあまり変わらないので、夏季と異なって、両側の商店の室内の暖気が漏れ出てきている形跡はない。

アーケードという覆いが内部の気温を外気温よりもいくらか高く保つことに作用していることが考えられる。その差は、最大で約2Kであった。しかし、早朝の外気温の上昇時には、地上0.5mの気温の上昇が追いつかない傾向がうかがえる。

②については、日中の垂直方向への気温分布は、多少は上方ほど傾きが強くなっているのが認められる。最大で約2K/10mの勾配である。冬季の勾配は夏季の勾配の約1/3であるが、図4と図5を比較して冬季と夏季の地上での日射量の比が約1/3であるから、垂直方向への気温分布の傾きは地上での日射量に比例するとみてよい。

③については、地上11.5mで気温の上昇が顕著でないのも、それ以上の高さで高温空気が滞留していると思われる。

図11に、地点2での屋根表面付近の温度変化を示すが、これから日中の11:10および13:10で屋根の表面温が特に高く、外気温より8Kも高くなっているのがわかる。それにともなってアーケード内部の気温が上昇することになる。

④については、夏季と同様の傾向であるが、午前中から13:00まで地点1の気温が他の地点より多少低く出ているのが注目される。冬季の測定では日中の風向きとの関係で、地点1は、外気がアーケード内部へ流れ込む時の最上流点になり、そのため他の地点の気温よりも外気温に近く、すなわち低い目に出たことが想定される。

⑤については、夏季には見られない特徴である。先の図11で、午後から夜間にかけて、すなわち17:20、19:10および21:10に屋根の表面温が外気温より最大で3Kも低くなっているのがわかる。放射冷却により表面温および表面に接した気温の低下が進行している。

図12は、地点2の夜間の気温変化を示したものである。この図では判然としないが、全体的にアーケード内の上方ほど気温が低く、下方ほど気温が高いという結果になっている。放射冷却は一般に冬季の方が夏季より大きく、屋根面での放射冷却の進行が急速なため、上下の空気混合が十分に行われる間なしに上低下高の気温分布を示した、と考えられる。

(2) 断面における気温分布（地点2）

アーケード内部の断面における気温分布を示す図10から、次の特徴が指摘できる。

図9 冬季の各地点における気温の垂直分布の時間変化（1月11日）

図10 冬季の地点2における気温の垂直分布の時間変化（1月11日）

⑥夏季ほどではないが、日中から夕刻にかけて、地上8mで中央部より周辺部で気温が高い。

その程度はわずかである。しかし夏季と同様の傾向のため、基本的には断面の左右に三層構造をもった空気流動があるものと想定される。

図11 地点2の屋根表面付近の温度変化(1月11日)

図12 地点2の夜間の気温変化(1月12日・早朝)

5. 3 換気の影響

アーケードは水平方向に長い空間を形成しており、様々な形で外部と接続している。外部への開口の度合いが、内部の温熱環境の形成に大きな影響を与えていた。すなわち、ガラリーの位置、可動屋根の固定屋根の隙間の大きさ、アーチ状の妻壁の存在、内部の流れ込む外気の風向などである。また、アーケード内部を囲む建物表面の近傍では、アーケード内部空間の中央付近に比べ、空気の流動が少なく、そのためアーケード内部では、中央および左右の三層構造を持った空気流動が形成されていると推測された。

6. まとめ

アーケード空間の熱環境設計に資するため、温暖多照な瀬戸内海気候地域に位置する全蓋型アーケードを対象とし、夏季と冬季に分けて内部の気温分布を中心に熱環境測定を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- 1) アーケード内部空間の地上0.5mの気温は、夏季の日中から夕刻にかけては外気温より低かったが、夏季の夜間と冬季では全日、地上0.5mの気温が外気温より若干高かった。その差は最大で、夏季の日中で約3 K、冬季の日中で約2 Kであった。夏季の日中は、両側の商店の冷房が行われている室内の冷気が漏出してきている可能性がある。
- 2) 日中から夕刻にかけて、気温は上低下の垂直分布を示す。その勾配の大きさはアーケード内部空間の地上での日射量にほぼ比例する。
- 3) アーケード内部空間の上層部には高温の空気溜まりができるが、その厚さは1 m程度以下であった。
- 4) アーケードの延長方向で位置が変わっても、垂直方向への気温分布の形は変わらないが、気温の値は変わる。値が変わるのは、それぞれの位置での換気量の違いによると考えられる。
- 5) 日中のアーケード内部空間の空気流動は、側方部では日射を受けた壁表面近くの高い気温の空気が支配的で、中央部をアーケード内部の通路に沿って下方から上方まで一体となって空気が流動するという、左右に三層構造をもった空気流動が想定される。

謝辞：測定にご協力頂いた協同組合今治常盤銀座会、今治常盤町中央商店街振興組合、協同組合今治銀座振興会の皆様に多大なご迷惑をおかけしました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 日本建築学会：アトリウムの環境設計，彰国社，1994.1.
- 2) 吉野博，伊藤邦明，青笹健：アトリウムの温熱環境に関する文献調査 垂直温度分布と空間構成の関連，日本建築学会計画系論文集，第483号，pp.63～72，1996.5.
- 3) 田中稔，辻原万規彦，中村泰人，大塚順基：アーケード内部の温熱環境に関する調査研究 その1 実測概要，日本建築学会近畿支部研究報告集<計画系>，第36号，pp.273～276，1996.7.
- 4) 河上健也，辻原万規彦，中村泰人：アーケード内部の温熱環境に関する調査研究 その2 温度分布特性，日本建築学会近畿支部研究報告集<計画系>，第36号，pp.277～280，1996.7.
- 5) 建設省：アーケードの取扱について，昭和30年2月1日付建設省発注第5号，1955.2.
- 6) 深石一夫：愛媛の気候，愛媛県文化振興財団，p.162，1992.12.
- 7) 今治郷土史編さん委員会：写真が語る今治，今治市役所，p.153，1989.3.
- 8) 辻原万規彦，大窪健之，川崎雅史，小林正美：都市のアーケードデザインに関する調査研究，日本建築学会近畿支部研究報告集<計画系>，第35号，pp.1185～1188，1995.6.
- 9) 中村泰人，平岡久司，西村浩一：市街地空間における気温分布性状に関する実験的研究，日本建築学会計画系論文集，第364号，pp.49～50，1986.6.

(1997年9月8日原稿受理，1998年1月16日採用決定)